

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## Internal combustion engine with exhaust gas recirculation

**Patent number:** DE2855687  
**Publication date:** 1979-06-28  
**Inventor:** HEYDRICH HANS  
**Applicant:** CUMMINS ENGINE CO INC  
**Classification:**  
**International:** F02B37/02  
**European:** F02B37/00; F02B37/02; F02D21/08; F02M25/07B  
**Application number:** DE19782855687 19781222  
**Priority number(s):** US19770864811 19771227

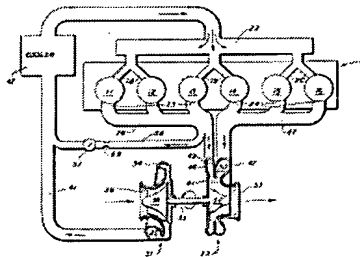
### Also published as:

US4179892 (A1)  
 JP54133227 (A)  
 GB2011535 (A)  
 FR2413548 (A1)  
 ES476329 (A)

more >>

Abstract not available for DE2855687  
 Abstract of correspondent: US4179892

This disclosure relates to a turbocharged internal combustion engine. The exhaust manifold of the engine is divided into sections, and the engine exhaust from one of the sections is recirculated to the intake manifold. The engine cylinders that feed the EGR exhaust manifold section alternate in the engine firing order with the other cylinders, thereby providing a substantially uniform flow of exhaust gas to all of the cylinders. The turbine of the engine turbocharger is divided into two sections, one having a smaller flow area than the other. The turbine section having the smaller flow area is connected to receive the exhaust gasses from the exhaust manifold section that also supplies the EGR.



Discussions: Discussions not available on http://v3.espacenet.com/

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 2855687 C2

51 Int. Cl. 2:  
F02B37/02

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| 21 Aktenzeichen:         | P 28 55 687.8-13 |
| 22 Anmeldetag:           | 22. 12. 78       |
| 43 Offenlegungstag:      | 28. 6. 79        |
| 45 Veröffentlichungstag: | 26. 8. 82        |

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31  
27.12.77 US 864811

72 Erfinder:  
Heydrich, Hans, Phoenix, Ariz., US

73 Patentinhaber:  
Cummins Engine Co., Inc., 47201 Columbus, Ind., US

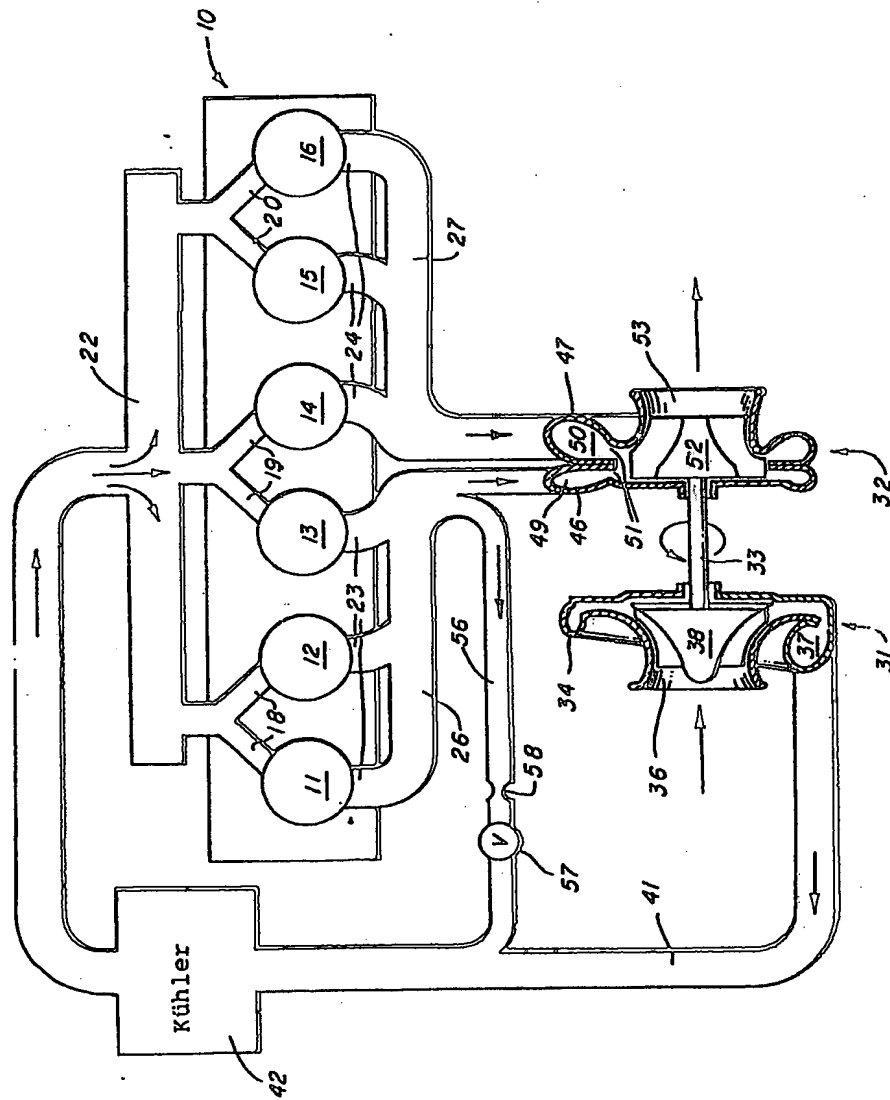
55 Entgegenhaltungen:  
DE-OS 27 17 684  
DE-OS 23 26 206  
US 32 92 364

74 Vertreter:  
Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Frhr.von Pechmann, E., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Behrens, D., Dr.-Ing.; Goetz, R., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

54 Brennkraftmaschine mit Abgasturbofeder und Abgasrückführung

DE 2855687 C2

F I C



## Patentansprüche:

1. Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor, mit Abgasturbolader, bei der zur lastabhängigen Rückführung von Abgasen eine Abgasrückführleitung vorgesehen ist, die einerseits an einer Abgasleitung zwischen Brennkraftmaschine und Turbine und andererseits an eine Ladeleitung zwischen Lader und Brennkraftmaschine angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgasleitung in bekannter Weise in eine erste, an eine erste Gruppe von Zylindern (11, 12, 13) angeschlossene Abgasleitung (26) und eine zweite, an eine zweite Gruppe von Zylindern (14, 15, 16) getrennt von der ersten an die Turbine (32) angeschlossene Abgasleitung (27) unterteilt ist, daß die erste Abgasleitung (26) an einen ersten Turbinenteil (46) kleineren Durchtrittsquerschnitts und die zweite Abgasleitung (27) zu einem zweiten Turbinenteil (47) größeren Durchtrittsquerschnitts führen, daß die Abgasrückführleitung (56) an die erste Abgasleitung (26) angeschlossen ist, und daß der kleinere Durchtrittsquerschnitt des ersten Turbinenteils (46) derart bemessen ist, daß der Abgasdruck in der ersten Abgasleitung (26) stets höher als der Ladegesdruck in der Ladeleitung (41) ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneckenkanal (49) des ersten Turbinenteils (46) einen kleineren Durchtrittsquerschnitt hat als der Schneckenteil des zweiten Turbinenteils (47).

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasrückführleitung (56) mindestens eine Einrichtung (57, 58) zur Durchflußdrosselung vorgesehen ist.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosseleinrichtung eine Düse oder Blende (58) ist.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosseleinrichtung ein Ventil (57) ist.

6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die an die erste und die an die zweite Abgasleitung (26, 27) angeschlossenen Zylinder (11, 12, 13; 14, 15, 16) einander in der Zündfolge abwechseln.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die an die erste Abgasleitung (26) angeschlossenen Zylinder (11, 12, 13) innerhalb eines Arbeitsspiels in gleichen Zeitabständen gezündet werden.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor, mit Abgasturbolader und Rückführung eines Teils der Abgase zu ihrer Einlaßseite nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Während der letzten Jahre ist es allgemein üblich geworden, bei turbobeladenen Brennkraftmaschinen einen Teil der Abgase zum Einlaß zurückzuführen, um die Emission von Schadstoffen, insbesondere Stickoxiden, zu verringern. Der Aufwand zur Regelung der Abgaszumischung zur Ladeluft ist bei den Brennkraftmaschinen mit Turboaufladung nach den US-PS

31 49 454, 39 14 944 und 39 25 989 recht beachtlich. In allen Fällen ist eine Abgasrückführleitung mit Stellgliedern für die Abgasmengeregelung vorgesehen, welche die Abgasleitung der Brennkraftmaschine bzw. des Motors mit der Ladeleitung verbindet.

Es ist zur Vermeidung einer aufwendigen Regelung auch bekannt, auf jegliche Stellglieder in dieser als reine Kurzschlußleitung mit entsprechender Querschnittsdimensionierung ausgebildeten Abgasrückführleitung bis auf ein in Richtung zur Abgasleitung sperrendes Rückschlagventil zu verzichten (DE-OS 23 26 206). Auf diese Weise wird eine Art Selbstregelungseffekt erzielt. Bei niederen Lasten werden größere Abgasmengen zurückgeführt, und zwar bis zu einem Punkt, an dem der Druck in der Ladeluft größer ist als im Abgas, was in der Regel bei  $\frac{1}{5}$  Last der Fall ist. Sofern bei bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine Erhöhung der Rückführungsmenge von Abgasen erwünscht ist, kann eine zusätzliche, die Abgasleitung vor oder hinter der Turbine mit dem Lader bzw. Verdichter verbindende Leitung vorgesehen sein, in der ein Rückschlagventil angeordnet ist. Über eine angepaßte Vorspannung einer das Rückschlagventil geschlossen haltenden Feder kann der Abgasstrom abhängig vom Saugdruck des Laders gesteuert werden. Im Teillastbetrieb läßt sich der Turbolader nicht mit optimalem Wirkungsgrad betreiben.

Wenn bei einem turboaufgeladenen Motor eine Abgasrückführung stets möglich sein soll, muß der Druck in der Abgasleitung auch stets höher sein als der Druck in der Ladeleitung, damit die Abgase auch zur Ladeleitung überströmen können. Dies bedeutet, daß mit hohem Wirkungsgrad arbeitende Turbolader nicht verwendet werden können, da sie sich nur bei einem Abgasleitungsdruck betreiben lassen, der niedriger ist als der Druck in der Ladeleitung, wenn sich der Kraftstoffverbrauch des Motors nicht erhöhen soll. Zwar könnte man die Abgasrückführung des Motors so auslegen, daß nicht die Abgase sämtlicher Zylinder rückgeführt werden, doch ist dies nachteilig, wenn die Abgase nicht den Ladestutzen sämtlicher Zylinder gleichmäßig verteilt zuführbar sind. Wenn z. B. der gesamte Abgasstrom eines der Zylinder rückgeführt würde, würde der größte Teil dieses Abgases dem einen Zylinder oder den beiden in der Zündfolge folgenden Zylindern zugeführt werden.

Ein weiterer Nachteil des Vorschlags, die Abgase einer Gruppe von Zylindern zum Teil direkt der Ladeleitung zuzuführen, während der restliche Teil der Turbine des Turboladers zugeführt wird, besteht darin, daß es zur Erhöhung des Drucks in der Abgasleitung über den Druck in der Ladeleitung hinaus erforderlich ist, ein Ventil oder eine Drossel in die von diesen Zylindern zur Turboladerturbine führende Abgasleitung einzufügen, um den Gegendruck gegenüber den Zylindern zu erhöhen und die gewünschte Strömungsgeschwindigkeit der rückzuführenden Abgase zu erzielen. Bei einer solchen Anordnung ergibt sich der Nachteil, daß die Kolben der Zylinder, deren Abgas rückgeführt wird, eine größere Pumparbeit leisten müssen, so daß sich Energieverluste ergeben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine bzw. einen Dieselmotor mit einer Abgasrückführung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dahingehend weiterzuentwickeln, daß trotz Verzichts auf Regeleinrichtungen für die Abgaszumischung zur Ladeluft ein stabiler Motorbetrieb mit erhöhtem Wirkungsgrad erzielbar ist.

Eine diese Aufgabe lösende Brennkraftmaschine ist im Anspruch 1 gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erste kennzeichnende Merkmal ist von einer Brennkraftmaschine ohne Abgaszumischung zur Ladeluft zur Erzielung einer gleichmäßigeren Beaufschlagung der Turbine bekannt (US-PS 32 92 364). Die mit einer Regelung der Abgaszumischung verbundenen Probleme sind hier nicht existent.

Die unterschiedliche Ausbildung der einzelnen Einlaßquerschnitte von an unterschiedlichen Zylindergruppen angeschlossenen Abgasleitungen in eine einteilige Turbine eines Turboladers einer Brennkraftmaschine ohne Abgasrückführung in die Ladeleitung ist bekannt (DE-OS 27 17 684). An eine Abgasleitung ist eine zum Auspuffrohr führende Nebenschlußleitung mit vom Ansaugdruck der Turbine gesteuertem Auslaßventil angeschlossen.

Durch die engere Bemessung des Durchtrittsquerschnitts des ersten Turbinenteils, der insbesondere durch die entsprechende Bemessung des Einlaß-Schneckenkanals bestimmt wird, läßt sich der Druck der ersten Abgasleitung, an die die Rückführleitung angeschlossen ist, auf einem Wert halten, der über dem Druck in der Ladeleitung liegt, während die Abgase der zweiten Abgasleitung ungedrosselt im zweiten Turbinenteil ihren ganzen verfügbaren Energieinhalt abgeben, was zu einer Wirkungsgraderhöhung führt. Gleichwohl läßt sich eine gleichmäßige Beaufschlagung aller Zylinder mit rückgeführtem Abgas erzielen.

Zur Beeinflussung oder Einstellung des erforderlichen Strömungswiderstands in der Rückführleitung kann eine Drosselleinrichtung (Blende, Düse oder Ventil) vorgesehen sein.

Eine besonders gute Vergleichmäßigung der Abgas-teilrückführung auf alle Zylinder erreicht man mit den Maßnahmen der Ansprüche 6 und 7.

Ein Ausführungsbeispiel einer Brennkraftmaschine nach der Erfindung ist im folgenden anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert, die in einer teilweise als Schnitt gezeichneten schematischen Draufsicht eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine zeigt.

Bei der dargestellten Brennkraftmaschine handelt es sich um einen turbobeladenen Druckzündungs- bzw. Dieselmotor mit sechs Zylindern. Die Erfindung läßt sich auch bei anderen Bauarten von Motoren sowie bei Motoren mit einer größeren oder einer kleineren Anzahl von Zylindern verwirklichen.

Der Motorblock 10 hat sechs Zylinder 11, 12, 13, 14, 15 und 16, deren Zündfolge gewöhnlich 11-15-13-16-12-14 beträgt. Zu jeweils zwei benachbarten Zylindern führt jeweils ein Einlaß- bzw. Ladestutzen 18, 19 und 20, denen die Ladeluft jeweils über ein Ladeluftverteilerrohr 22 zugeführt wird. Die Zylinder 11, 12 und 13 bilden eine erste Gruppe und geben ihre Abgase über Abgasstutzen 23 an eine erste Abgasleitung 26 und die eine zweite Gruppe bildenden Zylinder 14, 15 und 16 über Abgasstutzen 24 an eine zweite Abgasleitung 27 ab. Die beiden Abgasleitungen 26 und 27 führen voneinander getrennt zu einer Abgas-Turbine 32 des Turboladers, dessen Lader oder Verdichter 31 über eine Welle 33 von der Turbine 32 angetrieben wird. Der Verdichter 31 weist in seinem Gehäuse 34 eine zentral angeordnete, axial gerichtete Luftansaugöffnung 36 und einen Schneckenkanal 37 für die mittels eines Läufers 38 verdichtete Ladeluft auf, an den eine Ladeleitung 41 angeschlossen ist, die über einen Ladeluftkühler 42 in das Ladeluftverteilerrohr 22 mündet. Wie im folgenden

erläutert, wird auch ein Teil der Abgase über den Ladeluftkühler 42 dem Ladeluftverteilerrohr 22 zugeführt, um die Temperatur des Gemisches aus Frischluft und Abgasen zu erniedrigen. Natürlich könnte man auch andere Einrichtungen verwenden, um nur die Ladeluft oder nur die Abgase oder aber nur das Gemisch aus Luft und Abgasen zu kühlen.

Die Turbine 32 ist zweiteilig ausgebildet mit einem ersten Turbinenteil 46 und einem zweiten Turbinenteil 47, die, siehe die Zeichnung, in einem einzigen Turbinengehäuse vereinigt sind. Das Gehäuse der Turbine und der Läufer können z. B. so ausgebildet sein, wie es in der US-PS 36 14 259 beschrieben ist, gemäß welcher das Turbinengehäuse in zwei Schneckenkanäle 49 und 50 unterteilt ist. Dem ersten Schneckenkanal 49 werden Abgase aus der ersten Abgasleitung 26 zugeführt, während der Schneckenkanal 50 mit der Abgasleitung 27 verbunden ist. Aus beiden Schneckenkanälen 49 und 50 führen Einlaßdüsen 51 zum äußeren Rand eines Läufers 52, der beiden Teilen der Turbine gemein ist. Die Abgase verlassen die Turbine über einen mittigen Austrittsstutzen 53.

Es ist ferner eine Abgasrückführleitung 56 vorgesehen, mittels derer Abgase aus der ersten Abgasleitung 26 unmittelbar in die Ladeleitung 41 zurückgeführt werden. Die Rückführleitung 56 führt von der ersten Abgasleitung 26 zu der Ladeleitung 41 zwischen dem Verdichter 31 und dem Ladeluftkühler 42, so daß sich die Abgase die aus der Abgasleitung 26 mit der von dem Verdichter 31 abgegebenen Frischluft mischen und das Gemisch aus Abgasen und Frischluft durch den Ladekühler 42 strömt, wo es gekühlt wird, worauf es zum Ladeluftverteilerrohr 22 strömt, um dann gleichmäßig auf die Ladestutzen der sechs Zylinder verteilt zu werden.

In der Abgasrückführleitung 56 ist vorzugsweise ein Ventil 57 vorgesehen, so daß sich die Abgasrückführleitung nach Bedarf öffnen oder schließen läßt. Das Ventil 57 kann benutzt werden, um die Abgasrückführleitung 56 zu schließen, damit der Läufer des Turboladers beschleunigt wird oder ferner dazu, die Menge der umzuwälzenden Abgase einzustellen. Außerdem kann in der Rückführleitung 56 noch eine Düse oder Drossel 58 vorgesehen sein, um die Menge der umgewälzten Abgase festzulegen.

Der erste Turbinenteil 46 hat einen kleineren Gasdurchtrittsquerschnitt als der zweite Turbinenteil 47, so daß der Druck in der ersten Abgasleitung 26 höher ist als der Druck in der zweiten Abgasleitung 27. Außerdem ist der Durchtrittsquerschnitt des ersten Turbinenteils 46 so gewählt, daß der Druck in der Abgasleitung 26 höher ist als der Druck in der vom Auslaß des Verdichters 31 abgehenden Ladeleitung 41. Da in der ersten Abgasleitung 26 ein höherer Druck herrscht, strömen die Abgase von der Abgasleitung 26 über die Rückführleitung 56 zur Ladeleitung 41. Zwar führt dieser höhere Druck dazu, daß bei den Zylindern 11, 12 und 13 der ersten Gruppe höhere Energieverluste auftreten, als bei den Zylindern 14, 15 und 16 der zweiten Gruppe, doch wird dieser erhöhte Energieverlust durch die Arbeitsleistung der Turbine 32 mindestens teilweise ausgeglichen.

Wie erwähnt, führt der kleinere Durchtrittsquerschnitt des ersten Turbinenteils 46 dazu, daß in der ersten Abgasleitung 26 ein höherer Druck herrscht als in der zweiten Abgasleitung 27. Um bei der ersten Abgasleitung 26 einen kleineren Durchtrittsquerschnitt vorzusehen, kann man die Einlaßdüse 51 der Turbine

entsprechend ausbilden oder den Durchtrittsquerschnitt des Schneckenkanals 49, wie es aus der Zeichnung entnehmbar ist, verkleinern. Anstelle der dargestellten Turbine mit radialer Einströmung können auch Turbinen mit gemischter Einströmung oder axialer Einströmung verwendet werden, wobei es lediglich erforderlich ist, das Eintrittsgehäuse und die Düsenanordnungen in zwei Teile zu unterteilen, die sich bezüglich ihres Durchtrittsquerschnitts unterscheiden.

Die beschriebene Brennkraftmaschine bietet verschiedene Vorteile. Die von den Zylindern 11, 12 und 13 kommenden Abgase werden besonders gleichmäßig auf die Ladestutzen 18, 19 und 20 aller sechs Zylinder verteilt, wenn die die erste Gruppe bildenden Zylinder 11, 12 und 13 innerhalb der Zündfolge des Motors mit den die zweite Gruppe bildenden Zylindern 14, 15 und 16 abwechseln. Daher strömen Abgase während jedes

Arbeitsspiels des Motors in regelmäßigen Abständen stoßweise durch die Rückführleitung 56. Da der erste Turbinengehäuseteil 46, der mit der ersten Zylindergruppe verbunden ist, einen kleineren Durchtrittsquerschnitt hat, ist der Druck in der zur Abgasrückführung verwendete ersten Abgasleitung 26 höher als in der vom Verdichter kommenden Ladeleitung 41, so daß die Abgase zu ihr strömen und sich mit der zugeführten Frischluft vermischen. Wegen des höheren Drucks in der ersten Abgasleitung 26 ist es möglich, eine mit einem höheren Wirkungsgrad arbeitenden Turbolader zu verwenden. Zwar herrscht in der zur Abgasrückführung dienenden ersten Abgasleitung 26 ein höherer Druck, so daß bei den zur Abgasrückführung dienenden Zylindern größere Energieverluste auftreten, doch wird dieser erhöhte Verlust mindestens teilweise durch die erhöhte Leistungsausbeute der Turbine 32 ausgeglichen.

---

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

---